Les six clés de l'efficacité des pulvérisations dans les vergers et vignobles

J. Deveau

Fichetechnique

COMMANDE N° 09-040 AGDEX 605 JUILLET 2009
Imprimé en mars 2010

INTRODUCTION

Le but de la pulvérisation est de placer une dose efficace et uniforme de produit sur une zone cible, sans danger et en temps opportun. Tout produit qui n'est pas déposé sur la cible constitue une perte. Les pertes comprennent la dérive (vapeur et gouttelettes), le ruissellement et tout dépôt ailleurs que sur la cible. Des études portant sur les pulvérisations par jet porté à débit élevé montrent que la proportion de produit perdue dans la dérive ou par dépôt sur le sol peut atteindre 80 %. En plus de coûter du temps et de l'argent, les pertes nuisent à l'efficacité de la pulvérisation et font augmenter les risques de contamination de l'environnement.

Avant tout traitement, on doit prendre en compte les six facteurs qui déterminent la précision de la pulvérisation et l'importance des pertes. Voir figure 1.

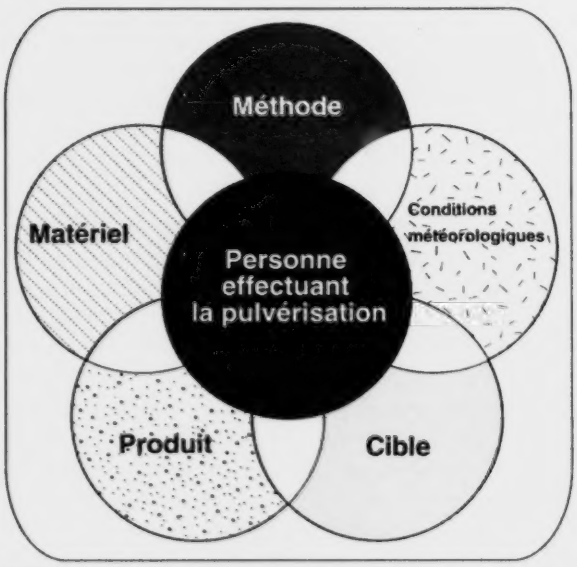

Figure 1. Les six clés de l'efficacité des pulvérisations

Ces facteurs se recoupent, et les changements qui touchent l'un d'entre eux se répercutent donc souvent ailleurs. La personne effectuant la pulvérisation est le seul facteur qui se répercute sur tous les autres. Actuellement, aucune technologie ou technique ne permet de corriger les fautes d'attention de cette personne; la précision de la pulvérisation dépend en grande partie de ses compétences et de son attitude.

Chacun de ces facteurs est lui même constitué d'un ensemble de sous-facteurs (voir figure 2), dont la présente fiche technique résume les effets. Les producteurs pourront s'appuyer sur cette information pour modifier leurs techniques de traitement et, ce faisant, pour accroître la précision de la pulvérisation et réduire leurs pertes. La recherche de ce compromis entre les avantages et les inconvénients est donc à la fois un art et une science.

MATÉRIEL

Conception du pulvérisateur

Dans le commerce, on trouve de nombreuses variétés de pulvérisateurs à jet dirigé pour les vergers et les vignobles. Les fabricants semblent n'avoir aucune convention sur la nomenclature utilisée, et les appareils sont souvent modifiés selon les besoins, de sorte qu'il est difficile d'en faire une classification.

- Les pulvérisateurs traditionnels à jet porté sont équipés d'un seul ventilateur axial ou d'une seule turbine axiale. Ils peuvent comporter des dispositifs de transport à conduites prenant la forme de tours, de canons ou d'un ensemble de tubes pneumatiques souples qui orientent le jet d'air chargé de produit.

- Les rampes verticales peuvent être utilisées avec ou sans manchon à air; pour les couverts végétaux denses, elles peuvent aussi former des « tunnels » au-dessus des rangs, avec des carénages de récupération du produit.

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales
Ontario

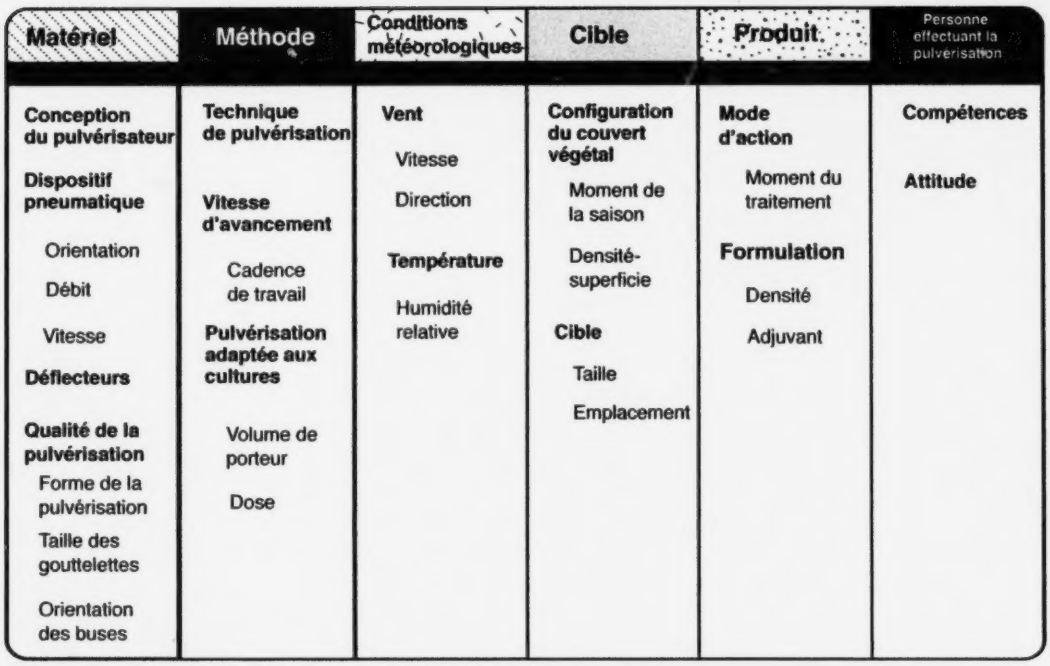

Figure 2. Détails des facteurs d'efficacité des pulvérisations

- Il existe également des tours actionnées par ventilateur et à écoulement tangentiel ou croisé, et des systèmes à plusieurs ventilateurs, qui sont souvent montés sur des rampes verticales souples; ces dispositifs sont moins communs en Ontario.

Tout dispositif qui maintient une distance d'efficacité minimale entre chaque buse et sa cible permet d'améliorer l'uniformité du dépôt et de réduire la dérive.

Prenons l'exemple de la distance entre les buses supérieures d'un pulvérisateur à jet porté traditionnel et leur cible. De grandes quantités de produit sont perdues dans le milieu ambiant et sous l'effet de la décélération du jet, ce qui réduit d'autant la pénétration et le dépôt sur la cible. Il est très utile de pouvoir maîtriser la vitesse de l'air et orienter celui-ci selon la forme du couvert végétal cible pour pouvoir adapter le pulvérisateur en fonction de la culture, de la zone visée au sein de la culture (p. ex. partie où se trouvent les raisins) ou du stade de croissance.

Les exploitants optent de plus en plus souvent pour des conduites de transport (p. ex. tours) et des rampes verticales dans le but d'améliorer leur cadence de travail et la précision du dépôt, et pour réduire la largeur des zones tampons obligatoires et les pertes de produit. C'est la meilleure option.

Dispositifs pneumatiques (orientation, débit et vitesse)

Les dispositifs pneumatiques projettent les gouttelettes de produit vers le couvert végétal et agitent les feuilles et les branches pour faciliter la pénétration. Les courants d'air convergents créent une turbulence qui expose toutes les surfaces des feuilles à la pulvérisation. Il a été démontré que dans les couverts végétaux denses, la pénétration et le dépôt se faisaient mieux lorsque le jet d'air était orienté légèrement vers l'avant ou vers l'arrière par rapport à la direction d'avancement. Lorsqu'on se sert par exemple d'un système à écoulement tangentiel ou croisé, le British Crop Protection Council (BCPC) recommande d'orienter le jet d'air à 45° vers l'arrière et à 10° vers le haut. On peut également se servir de l'air comme déflecteur pour empêcher le jet chargé de produit de passer au dessus de la cible.

Pour ce qui est des avantages qu'il y aurait à modifier les réglages de vitesse et de débit d'air, les avis sont divergents. On mesure la vitesse de l'air en mètres par seconde, et son débit en mètres cubes par seconde. Dans les vergers, la combinaison débit d'air élevé basse vitesse permet d'améliorer la couverture globale lorsque la vitesse suffit à peine à former des ouvertures dans le couvert végétal. Mais cela ne vaut plus par fort vent. Cependant, dans les vignobles, l'accroissement des débits d'air s'accompagne d'une diminution des dépôts

du côté le plus près du pulvérisateur parce que le jet pénètre trop loin dans la cible. Selon certaines études portant sur les vignobles, l'utilisation d'un tel jet d'air peut ne pas être nécessaire avant la floraison.

Par conséquent, le réglage du débit d'air dépend de chaque situation, mais de façon générale l'augmentation du débit ne permet pas nécessairement d'améliorer la couverture. Un débit trop élevé a tendance à entraîner les gouttelettes par-dessus le couvert végétal ou à travers celui-ci, d'où un plus grand risque de dérive et une diminution de la couverture. Un phénomène appelé effet d'aspiration peut faire que le jet chargé de pesticide manque complètement certaines feuilles. Actuellement, on utilise de trop grands débits d'air; par conséquent, en réduisant la vitesse moyenne du ventilateur de 25 %, on peut éliminer 75 % de la dérive sans nuire à la couverture. Pour ajuster le débit et la vitesse de l'air en fonction de la densité du couvert végétal :

- réduire la vitesse de la prise de force;
- enclencher une vitesse supérieure et réduire le régime du moteur;
- ajuster le pas de la pale;
- installer un moteur hydraulique permettant de commander la vitesse du ventilateur.

Placer des papiers hydrophiles aux endroits stratégiques dans tout le couvert végétal, ou bien employer du kaolin (substance non toxique qui laisse une mince couche de poudre blanche) pour savoir quels autres réglages sont nécessaires. Quels que soient les réglages du dispositif pneumatique, lorsque le couvert végétal commence à se compléter, il faut absolument pulvériser des deux côtés pour assurer une bonne couverture. Même si le produit est visible dans l'allée voisine, la couverture ne sera pas régulière sur le côté de la rangée le plus éloigné du pulvérisateur.

Déflecteurs

Selon les recherches effectuées à l'Université Cornell, l'ajout de déflecteurs réglables au sommet et au bas des pulvérisateurs à jet porté permet d'orienter tout l'air de sortie vers l'intérieur du couvert végétal. Les déflecteurs vendus dans le commerce sont souvent trop courts pour être efficaces. Le modèle mis au point à Cornell peut être huit fois plus long, et il comporte un écran métallique qui empêche le produit d'aller vers l'avant. Sur les pulvérisateurs à jet porté, il est préférable d'ajouter des tours achetées dans le commerce qui permettent de réorienter l'air vers l'intérieur du couvert végétal cible. Pour les pulvérisateurs à vignes Kinkelder, le groupe de Cornell a également mis au point un dispositif de rattrapage à faible coût constitué de conduites, qui permet de réduire les pertes et d'accroître le dépôt de 25 %.

Qualité de la pulvérisation (forme de dispersion, taille des gouttelettes et orientation des buses)

On classe les buses hydrauliques d'après la forme de leur jet, leur débit et la gamme de tailles des gouttelettes qu'elles produisent. C'est ce qu'on appelle la qualité de la pulvérisation. Les étiquettes de pesticides indiquent maintenant de plus en plus souvent la taille des gouttelettes et le débit. Bien prendre connaissance de cette information avant de choisir des buses.

À noter qu'à l'origine, le système de classification de la taille des gouttelettes (de très fines à extrêmement grossières) a été créé pour les buses à jet plat fonctionnant dans de l'air immobile et dans des conditions précises. Certains fabricants de buses indiquent des catégories de tailles de gouttelettes pour des buses à jet dirigé conique (p. ex. à jet conique creux), mais ces mentions ne tiennent pas compte des effets du cisaillement produit par le dispositif pneumatique ou des distances de pulvérisation qui sont plus grandes. Pour pouvoir choisir convenablement les pastilles et l'orientation des buses, il faut très bien comprendre le comportement des gouttelettes.

La taille des gouttelettes diminue si l'on augmente :

- la pression;
- l'angle de la buse par rapport au courant d'air porteur;
- la distance jusqu'à la cible.

Dans le cas des buses à jet conique qui sont souvent employées pour la pulvérisation à jet dirigé, un jet large est plus sujet au cisaillement et crée des gouttelettes plus fines, et l'inverse. La taille des gouttelettes influence leur comportement :

- Les gouttelettes de moins de 150 µm (micromètres) sont particulièrement sensibles à la dérive, mais elles donnent une meilleure couverture;
- les gouttelettes de plus de 300 µm résistent à la dérive, mais elles tendent à rebondir ou à s'écouler au moment de l'impact, ce qui nuit à la couverture;
- les gouttelettes qui se trouvent dans la fourchette allant de 100 à 300 µm constituent un bon compromis entre les pertes (dérive et dépôt au sol) et l'efficacité biologique (couverture de la cible et rétention).

À cet égard, les buses à injection d'air (aussi appelées Venturi) font exception parce qu'elle produisent des gouttelettes plus grossières qui contiennent des bulles d'air. Selon les fabricants, et selon des études indépendantes, les buses à injection d'air constituent un bon choix pour certaines applications dirigées. Les gouttelettes atteignent la cible intactes et se désintègrent lors de l'impact, ce qui accroît la couverture tout en réduisant de beaucoup la dérive.

Orientation des buses

Pendant l'étalonnage, veiller à bien orienter les buses vers la cible. Des travaux récents effectués en Pologne sur un prototype de pulvérisateur de verger à deux ventilateurs ont montré que la réduction de la dérive dépendait davantage de l'orientation des buses que de l'emplacement des ventilateurs. Par conséquent :

- fermer ou réorienter les buses qui ne sont pas en face de la cible;
- ajuster les angles par rapport au courant d'air porteur;
- vérifier le débit et la forme de dispersion du jet.

Sur les pulvérisateurs à jet porté actionnés par ventilateur, celui-ci a un mouvement anti-horaire; il projette donc le produit vers le haut et au-dessus du couvert végétal du côté droit de l'appareil, et vers le bas du côté gauche de l'appareil. Des travaux effectués à Cornell ont montré que pour atteindre les raisins, la meilleure méthode consistait à orienter les buses de façon à compenser cet effet de rotation : du côté droit, les placer à l'horizontale avec les deux plus hautes à 20° vers le bas, et du côté gauche, les orienter à 45° vers le haut. Les angles d'orientation dépendent du modèle de pulvérisateur et du type de cible. Il se peut que cet effet de rotation ne soit pas aussi prononcé sur les pulvérisateurs à deux ventilateurs ou actionnés par turbine.

La réorientation des buses est très efficace. Cependant, sur les feuilles et les fruits situés des deux côtés du rang de vignes ou d'arbres fruitiers, la quantité déposée varie du simple au double même lorsque les jets ont été optimisés en fonction de la cible. Il faut donc arroser chaque rang à partir des deux côtés.

MÉTHODE

Ne pas dépasser les doses indiquées sur l'étiquette du pesticide, qui constitue un document légal. À moins d'une interdiction à cet effet, il est permis de réduire les doses et d'augmenter les concentrations. Cependant cette pratique peut entraîner une diminution de l'effet protecteur et un risque accru de résistance des ravageurs et de phytotoxicité. Le titulaire de l'homologation ne peut être tenu responsable que si la personne effectuant le traitement a suivi à la lettre les instructions figurant sur l'étiquette.

Technique de pulvérisation

Il existe de nombreuses techniques de traitement des vignes et des vergers à l'aide de pesticides, certaines étant plus efficaces que d'autres.

- **On recommande la pulvérisation de couverture.** Cette technique consiste à appliquer du produit des deux côtés de chaque rang, ce qui permet d'assurer une bonne couverture ainsi que la prévention de la résistance aux pesticides. La pulvérisation de couverture est la seule méthode permettant d'assurer une pénétration efficace du couvert végétal ainsi qu'une couverture uniforme lors des traitements dirigés.

- Ne pas traiter à partir d'une allée sur deux en alternance (pulvérisation à partir d'un côté de chaque rang à la fois). Ainsi chaque côté ne reçoit un traitement direct qu'une fois sur deux. Par exemple, on pulvérise entre les rangs un et deux et entre les rangs trois et quatre; lors du traitement suivant, on pulvérise entre les rangs deux et trois, etc. Sur le côté du rang qui est le plus éloigné du pulvérisateur, la dose reçue peut être beaucoup moindre (jusqu'à 50 %) que sur le côté directement exposé. La vérification visuelle effectuée pendant le passage ne permet pas de bien évaluer la qualité de la couverture, même si le produit est visible de l'autre côté du rang. Il est possible que cette recommandation puisse donner lieu à quelques exceptions, par exemple dans le cas de plantations très jeunes et peut-être des toutes premières pulvérisations, lorsque le feuillage est peu dense. À plus long terme, la méthode qui consiste à traiter à partir d'une allée sur deux n'est pas fiable.

- Le traitement du périmètre consiste à appliquer le pesticide uniquement le long des bordures du verger. Cette technique, qui est souvent associée à l'utilisation de cultures-pièges en lisière, vise à créer une barrière qui arrête les ravageurs en provenance des hôtes sauvages et à retenir les insectes utiles tout en réduisant la quantité de produit utilisée. Dans des vergers de pommiers, on a pu démontrer l'efficacité du traitement d'une bordure large de 20 m avec des insecticides organophosphorés, souvent dans le cadre d'un protocole incluant un traitement de couverture

initial traditionnel. Ne pas faire de traitements de périmètre avec des produits autres que des insecticides organophosphorés. Si l'incidence des lésions produites par les ravageurs dépasse le seuil d'intervention, revenir au traitement de couverture pour le reste de la saison.

Quelle que soit la technique employée, au bout des rangs et pendant le traitement des rangs situés en bordure, désactiver les buses pointant vers l'extérieur.

Vitesse d'avancement (cadence de travail)

Le choix du moment de l'opération est très important. Il doit être fait en fonction du stade de croissance des ravageurs, de la pression exercée par ceux ci, des conditions météorologiques et de la cadence de travail. Étant donné qu'on dispose de peu de temps, on peut être tenté d'accélérer l'épandage; cependant, au fur et à mesure que le couvert végétal devient plus dense, il devient de plus en plus important de prendre le temps de laisser le produit pénétrer à l'intérieur. De façon générale, effectuer la pulvérisation dirigée entre 4 et 6 km/h.

Si la vitesse d'avancement est plus grande, le produit peut être dévié vers l'arrière dans les courants d'air ascendants et les tourbillons créés par le pulvérisateur. Cela a pour conséquence d'accroître la variabilité du dépôt, ce qui n'est généralement pas souhaitable et contribue à la dérive. Cet effet est amplifié lorsqu'on se déplace face au vent parce que le cisaillement fait augmenter le nombre de gouttelettes fines emportées par la dérive, même lorsque le réglage produit des gouttelettes plus grossières. Une étude portant sur le traitement par pulvérisateur à rampe a montré qu'en réduisant la vitesse d'avancement de 8 à 6 km/h, on peut réduire la dérive de moitié.

Lors de traitements par jet porté, l'uniformité de l'épandage et sa pénétration dans le couvert végétal sont nettement meilleures aux vitesses moins élevées. Le courant d'air et les gouttelettes subissent un ralentissement important, de sorte qu'ils n'atteignent la cible qu'après un certain délai. Dans les vergers de pommes, il a été démontré qu'avec des débits d'air élevés à faible vitesse, et avec une vitesse d'avancement réduite, un plus grand volume d'air pénétrait dans les arbres.

Les travaux menés sur les raisins ont montré que l'accroissement du débit d'air ne permettait pas de compenser l'augmentation des vitesses d'avancement; sur une couverture végétale dense, il avait pour effet de réduire le dépôt sur le côté le plus près du pulvérisateur sans le modifier du côté opposé. De plus, l'orientation des buses vers l'arrière faisait augmenter la variabilité et le dépôt au sol sous les rangs de vigne. L'accroissement des quantités de porteur liquide ne permet pas non plus de compenser l'augmentation de la vitesse d'avancement. Cela n'a pour effet que de faire augmenter les quantités de produit qui se déposent dans la partie déjà traitée.

Voici quelques façons de gagner du temps sans augmenter la vitesse d'avancement :

- investir dans l'achat d'un autre pulvérisateur;
- investir dans des systèmes de remplissage plus rapides;
- opter pour des pulvérisateurs permettant de traiter plusieurs rangs à la fois lors d'un même passage;
- employer des volumes de porteur un peu moindres ou remplacer les véhicules de remplissage;
- réduire l'espacement des rangs et modifier les techniques de rognage ou de taille.

Volumes de porteur

Le porteur (généralement de l'eau) a pour fonction d'entraîner le produit jusqu'à la cible et de le répartir adéquatement selon la concentration voulue. L'étiquette indique rarement le volume de liquide à employer pour une pulvérisation dirigée, si ce n'est en termes vagues (p. ex. maximum et minimum). Par conséquent, on calcule souvent le volume de porteur selon l'appareil utilisé, la configuration de la culture, l'emplacement des ravageurs, le mode d'action du produit et certaines considérations plus spécifiques comme le rendement passé, la cadence de travail et l'effet sur l'environnement.

Le volume de liquide qui peut rester sur une surface est limité; lorsque celle-ci est mouillée, l'excédent ruisselle sur les feuilles inférieures, puis sur le sol. Dès que le ruissellement apparaît, la quantité de produit qui est déposée est proportionnelle à sa concentration, mais indépendante du volume de porteur. Si l'étalonnage est adéquat, toutes les parties de la cible reçoivent la même quantité de produit et il n'y a pas de ruissellement.

Pulvérisation à grand volume

Dans la pulvérisation à grand volume (> 2 000 L/ha dans un verger à forte densité, 500 à 1 000 L/ha dans un vignoble), la fourchette de tailles de gouttelettes est large; ce pourrait être la forme de traitement la plus fiable. L'objectif recherché est de mouiller complètement toutes les parties des branches, des fleurs, des fruits et des feuilles jusqu'à l'apparition du ruissellement de

l'excès de liquide. Cela peut être difficile puisque les feuilles extérieures atteignent le seuil de ruissellement avant que les feuilles intérieures soient adéquatement couvertes. La taille, la conduite et le rognage, combinés à une réduction de la vitesse d'avancement, peuvent faciliter la pénétration du produit dans le couvert végétal.

À première vue, la pulvérisation de grands volumes peut sembler être la solution la plus simple; cependant :

- elle s'accompagne de pertes qui contaminent le sol;
- elle contribue au compactage du sol;
- elle rend difficile le déroulement de la pulvérisation en temps opportun à cause du plus grand nombre de remplissages.

Pulvérisation à faible volume

La pulvérisation à faible volume consiste à employer moins de liquide que ce qui est nécessaire pour mouiller complètement la cible. Bien que cette méthode permette de limiter la contamination des sols et le nombre de remplissages, elle doit être compensée par une plus grande précision. On peut améliorer la couverture en accroissant le nombre de gouttelettes de plus petite taille, mais ce faisant on accroît les risques de dérive. De plus, la dose de la plupart des produits chimiques à usage agricole est calculée pour une pulvérisation à volume élevé, et au fur et à mesure que le volume de porteur diminue, leur concentration s'accroît souvent de façon inversement proportionnelle. L'augmentation des concentrations doit permettre de maintenir une dose efficace, mais elle fait augmenter les risques de phytotoxicité.

Dose

Historiquement, en Ontario, on calculait les doses pour le traitement des vergers à partir de tests d'efficacité; pour ce faire, on arrosait des arbres standard (hauteur de 4,5 à 5,5 m) avec une lance jusqu'à l'apparition du ruissellement, à raison de 3 740 L/ha (400 gal US/ac), et on exprimait la dose efficace par 378,5 L (100 gal US). Les doses indiquées sur les étiquettes sont encore déterminées par essai et erreur, mais elles sont testées sur les plantations actuelles qui sont plus denses et dont la taille est contrôlée.

Pour les produits phytosanitaires modernes, les doses sont souvent exprimées comme la quantité efficace la plus faible par hectare de culture. Les doses exprimées par unité de superficie sont idéales pour les pulvérisations aériennes ou par rampe sur des cultures qui s'y prêtent; cependant les vergers et les vignobles sont des cibles tridimensionnelles plantées en rangs, et ils sont généralement traités à partir de l'intérieur du couvert végétal. Selon la façon dont l'efficacité a été calculée à l'origine, on risque d'appliquer des quantités excessives de produit au début de la saison sur les petits plants très espacés, ou des quantités insuffisantes à la fin de la saison sur les grands plants qui forment des peuplements denses.

Pour les traitements par pulvérisation dirigée, ne pas se fier uniquement à la quantité de produit par hectare. Au lieu de cela, corriger le volume de pulvérisation en fonction de la densité et du volume du couvert végétal cible; pour ce faire :

- désactiver certaines buses;
- modifier le débit des buses;
- modifier les vitesses de déplacement;
- se fier à l'expérience acquise au cours des saisons précédentes.

Pulvérisation adaptée aux cultures

Cette méthode consiste à modifier le volume de porteur et (ou) la dose en fonction de la taille, de la forme et de la densité de la culture cible.

De nombreux modèles ont été créés pour permettre aux exploitants de modifier adéquatement les doses de pulvérisation; ces modèles s'appuient sur certaines hypothèses, avec plus ou moins de succès.

Pour les vergers, parmi les modèles les plus employés, on trouve le *Pesticide Dose Adjustment to the Crop Environnement* (PACE+), qui est relativement nouveau, et le modèle de frondaison (VFR), mieux établi.

PACE+

Le système PACE+ s'appuie sur une clé à pictogrammes et une simple formule à partir desquelles les producteurs calculent les ajustements de dose pour certains pesticides. Cependant ce système suppose que le pulvérisateur est efficace, il ne tient pas compte du stade de croissance, il ne donne pas de bons résultats dans les vergers très variables, et il n'a fait l'objet de démonstrations que sur quelques variétés, au Royaume-Uni.

VFR

Le système VFR convertit des doses par superficie de sol en doses par volume à partir d'une formule qui prend en compte la hauteur des arbres, leur largeur, la longueur des rangs et leur espacement. Il ne tient pas compte de l'efficacité du pulvérisateur ni de la densité

par unité de superficie du couvert végétal, un facteur qui compte pour 80 % de la variabilité du dépôt entre les couverts végétaux. Par conséquent le VFR est généralement considéré comme trop complexe, et il ne constitue qu'une solution partielle.

Unité de rang de couvert végétal (UCR)

Pour ce qui est des vignobles, le volume de rang de vignes d'Australie (*Vine Row Volume*, VRV) a été remplacé par le concept d'unité de rang de couvert végétal (UCR), qui ajuste aussi les doses de pulvérisation selon la longueur des rangs de culture et non selon la superficie au sol. Cependant l'unité de rang de couvert végétal ne prend pas en compte le type de couvert végétal, la densité par unité de superficie ni l'efficacité du pulvérisateur.

Options pour l'Ontario

Beaucoup de ces modèles sont compliqués, et ils se sont avérés inexacts ou inadéquats pour les producteurs ontariens. Ces derniers ont donc adopté leurs propres méthodes élaborées par essais et erreurs, qui peuvent permettre ou non d'en arriver à une couverture adéquate.

En attendant la création d'un système d'adaptation des pulvérisations selon les cultures qui soit simple et fiable quant à son efficacité, on ne recommande que des modifications mécaniques touchant l'orientation des buses, le débit d'air et la taille des gouttelettes.

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Vent (vitesse, direction)

- N'effectuer les pulvérisations que lorsque la direction du vent est constante et que sa vitesse se situe entre 2 et 15 km/h, ou selon ce qui est indiqué sur l'étiquette du produit; effectuer les mesures à l'extérieur du verger ou du vignoble, du côté au vent.

- Si le vent est trop faible, de petites gouttelettes peuvent rester en suspension dans l'air, où elles sont exposées à l'évaporation et à la dérive vers des zones non visées longtemps après la fin du traitement.

- Les vents forts ou changeants (rafales) entraînent les gouttelettes à travers les cultures ou au-dessus de celles-ci.

- Selon la densité du couvert végétal, la vitesse du vent est plus élevée en bordure de celui-ci, c'est-à-dire le long des rangs extérieurs et au-dessus de la plantation. Par conséquent, effectuer la pulvérisation par vent de travers soufflant en direction des parties non traitées, et seulement quand il vient des zones sensibles (non visées).

- Faire attention aux zones sensibles situées sous le vent (plans d'eau et secteurs d'activité humaine). Établir des zones tampons selon ce qui est indiqué sur l'étiquette.

Température (et humidité relative)

- N'effectuer la pulvérisation que lorsque les températures sont basses et l'humidité relative élevée. On réduit ainsi les risques de dérive due aux inversions thermiques ou à l'évaporation, et on accroît les chances de dépôt sur la cible.

- Les conditions sont souvent optimales tôt le matin après une nuit couverte, mais on peut pulvériser le soir ou la nuit s'il y a risque de perturbation de l'activité des abeilles.

- De façon générale, ne pas pulvériser lorsque le taux d'humidité relative est inférieur à 40 % ou que les températures sont supérieures à 25 °C.

- Avant de traiter, consulter les prévisions locales et lire les instructions pour l'application du produit qui figurent sur l'étiquette (temps de séchage, absorption et rétention).

- Si les conditions se dégradent trop, interrompre le traitement jusqu'à ce qu'elles s'améliorent.

CIBLE

Configuration du couvert végétal (stade de croissance)

- Réétalonner les pulvérisateurs au cours de la saison, non seulement pour vérifier qu'ils sont en bon état de marche, mais également pour réorienter les buses et le dispositif pneumatique au fur et à mesure que le couvert végétal croît et devient plus dense.

- De plus en plus de producteurs optent pour des systèmes de détection automatique du couvert végétal qui permettent de réduire les pertes en fermant certaines buses lorsqu'il y a des vides. Pour traiter un verger par jet porté, la technique habituelle consiste à fermer les buses qui pointent au-dessus ou au-dessous du couvert végétal, et à choisir des buses à débit de plus en plus faible au fur et à mesure qu'on s'éloigne du milieu de la rampe. C'est encore une bonne façon de procéder, dans la mesure où le haut des arbres reçoit une couverture suffisante.

- Suivre la même logique pour traiter les vignes, mais selon l'objectif du traitement, concentrer la pulvérisation sur la zone de fructification au fur et à mesure que la saison avance.

Feuillage dense

Comme on l'a déjà vu, au fur et à mesure que le feuillage devient plus dense, des opérations de taille, de conduite et de rognage deviennent nécessaires; il faut également modifier les réglages du dispositif pneumatique et réduire les vitesses d'avancement pour assurer une bonne pénétration et une couverture uniforme.

- Faire un suivi du dépôt après avoir modifié quelque paramètre de pulvérisation que ce soit.

- Placer des papiers hydrophiles au sommet, au milieu et au bas du couvert végétal, sur la face directement exposée à la pulvérisation et loin à l'intérieur.

- Une autre option consiste à employer du kaolin pour pouvoir constater la répartition du dépôt.

Cible (taille et emplacement)

Le but de la pulvérisation est de placer une dose efficace et uniforme de produit sur la zone cible. Selon la nature du ravageur en cause, la zone visée peut inclure l'ensemble du couvert végétal ou seulement une partie.

Voici quelques trucs pour mieux couvrir la cible :

- ajuster l'angle de jet ou accroître la turbulence à l'intérieur du couvert végétal pour obtenir un meilleur dépôt sous les feuilles;
- augmenter le volume d'eau jusqu'à la limite du ruissellement pour que le jet pénètre mieux dans le couvert et s'écoule dans les fissures de l'écorce;
- réduire à la fois la taille des gouttelettes et la vitesse d'avancement pour améliorer la rétention et accroître la densité des gouttelettes sur toutes les surfaces, par exemple sous les feuilles et autour des fruits.

PRODUIT

Mode d'action (moment du traitement)

Il est important de comprendre quand et comment appliquer un pesticide ou un régulateur de croissance, quel qu'il soit. Pour ce qui est du moment du traitement, penser à ce qui suit :

- compatibilité avec les horaires de travail et les dates de récolte;
  - délais de non-retour et d'attente avant la récolte, et période de résistance à la pluie, qui sont indiqués sur l'étiquette;
- sensibilité du ravageur visé;
- bonne compréhension du mode d'action du produit;
  - il peut être nécessaire que le dépôt se fasse à un endroit précis ou que les gouttelettes de produit atteignent une certaine densité.

Il a été suggéré que l'efficacité d'un pesticide dépendait davantage du nombre de gouttelettes par centimètre carré que de leur taille. Un produit peut agir par contact physique immédiat avec un ravageur ou de façon indirecte, comme dans le cas des produits systémiques.

Par exemple, pour certains pesticides, l'insecte doit traverser le dépôt à l'état sec, ou il doit entrer en contact avec lui au cours du stade de développement pendant lequel il y est sensible. Dans d'autres cas, le produit doit être absorbé par la plante ou ingéré par le ravageur.

C'est pour cette raison que les étiquettes indiquent de plus en plus souvent la taille des gouttelettes. En l'absence de cette information, choisir des gouttelettes plus fines pour les fongicides et les insecticides de contact, et des gouttelettes plus grossières pour les produits systémiques. Mais il y a toujours des exceptions, comme dans le cas des traitements localisés ou de l'utilisation de gouttelettes discrètes pour permettre un meilleur taux de survie des prédateurs naturels. Ne jamais effectuer d'application dirigée (p. ex. à jet porté) avec un herbicide.

Préparation (densité et adjuvants)

Les débits de buses indiqués dans les catalogues sont calculés pour un épandage à base d'eau (densité de 1 kg/L). Pour des solutions de pulvérisation de densité supérieure ou inférieure, calculer la taille de la buse à l'aide du facteur de conversion (indiqué dans les catalogues).

Formules de conversion des densités

Dose de pesticide souhaitée (L/ha) x facteur de conversion dépendant de la densité = dose de pesticide réelle (L/ha)

L'écart est parfois assez important pour justifier le choix du débit immédiatement inférieur ou immédiatement supérieur. Selon la volatilité du produit, penser à raccourcir les distances à la cible et à employer des gouttelettes plus grosses pour limiter l'évaporation.

Adjuvants

On ajoute parfois des adjuvants aux mélanges en cuve, indépendamment de la formulation du pesticide, pour améliorer le rendement. Il existe une large gamme d'adjuvants homologués, et la prudence est de mise. Certaines formulations de pesticides ne sont pas compatibles avec certains adjuvants, et cela est indiqué sur l'étiquette.

- Les agents mouillants améliorent le contact entre les gouttelettes et les surfaces (on les emploie généralement pour les feuilles cireuses ou poilues); cependant ils peuvent accroître le ruissellement s'ils se trouvent en quantité excessive.

- Les adhésifs font coller les gouttelettes à la cible, ils réduisent l'évaporation et accroissent la résistance à la pluie, mais ils font aussi augmenter la viscosité de la pulvérisation et ont un effet sur la qualité du traitement.

- Les retardateurs de dérive réduisent le nombre de gouttelettes fines sensibles à la dérive; cependant celles-ci deviennent plus grosses et moins nombreuses, de sorte que leur densité sur la cible est moins élevée.

- Les activateurs sous forme d'huile émulsifiable améliorent la pénétration de certains produits à travers la surface cireuse des feuilles, mais cet effet dépend de la nature de la plante et du produit, ce qui réduit la gamme d'applications possibles.

- Il existe également des tampons, des agents de compatibilité, des antimoussants et d'autres adjuvants à usage limité.

PERSONNE EFFECTUANT LA PULVÉRISATION

Compétences et attitude

Il existe un grand nombre de technologies et de produits phytosanitaires efficaces, mais ils doivent être employés correctement. L'efficacité du traitement dépend avant tout du respect de la démarche de la lutte intégrée (LI), à savoir :

- diagnostic;
- surveillance;
- intervention;
- suivi des résultats.

Les deux premières étapes comprennent l'identification du ravageur, la connaissance de ses caractéristiques (p. ex. cycle biologique) et l'établissement d'un seuil d'intervention. Si un traitement s'avère nécessaire, il faut connaître les rudiments de la technologie liée aux pulvérisations. Cela inclut le matériel et les effets des modifications apportées aux paramètres de traitement (p. ex. pression ou volume de porteur), l'effet des conditions météorologiques (p. ex. vent et humidité relative) et le produit à pulvériser (p. ex. choix du moment du traitement et règles de sécurité). Il est également important de savoir comment entretenir, étalonner et orienter le dispositif selon la nature de la cible.

Et enfin, le suivi des résultats débouche sur des ajustements en fonction des modifications subies par l'environnement et la cible au cours du traitement, et sur une prise en compte de ces facteurs lors de l'évaluation du résultat final.

CONCLUSION

Au bout du compte, l'efficacité d'un traitement dépend de la connaissance que l'on a des divers facteurs qui ont un effet sur la pulvérisation, et également des décisions que l'on prend pour trouver un compromis entre les avantages et les inconvénients de cette opération.

La présente fiche technique a été rédigée par Jason S. T. Deveau, Ph.D., spécialiste de la technologie d'application des pesticides, MAAARO, Simcoe. Elle a été révisée par Helmut Spieser, ingénieur, conditionnement pour les grandes cultures et questions environnementales, MAAARO, Stratford.

BIBLIOGRAPHIE

BOUND, S.A. « Spray technology in perennial tree crops ». Dans : *Production practices and quality assessment of food crops,* vol. 1, Preharvest Practice, 2004, R. Dris et S.M. Jain éd., p. 83–104.

BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL. *Your guide to using pesticides,* 2007.

COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR VITICULTURE. *Viti-Notes: Effective chemical use,* « 4. Understanding chemical 'modes of action'», 2005.

CROSS, J.V., et P.J. WALKLATE. « The UK PACE scheme for adjusting the dose to suit apple crop », *Agricultural Engineering International: the CIGR EJournal.* Manuscript ALNARP 08 003, vol. X, mai 2008.

ERDAL OZKAN, H. *Effect of major variables of drift distances of spray droplets,* AEX-525–98, 1998, Ohio State University.

GODYN, A., R. HOLOWNICKI, G. DORUCHOWSKI, et W. SWIECHOWSKI. « Dual-fan orchard sprayer with reversed air-stream – Preliminary trials », *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal.* Manuscript ALNARP 08 007, vol. X, mai 2008.

GOODWIN, P. *Guide d'arrosage des arbres fruitiers.* Agdex 210/606, 2000, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.

JAEKEN, P., C. DEBAER, A. DE MOOR, et P. CREEMERS. « Influence of orchard phrenology on surrounding wind speed levels within the orchard », *Aspects of Applied Biology,* 77, 2006, p. 505–512.

LANDERS, A. *Improving sprayer efficiency,* 2009, Cornell University.

LANDERS, A. *Machinery selection – Crop sprayers for orchards and vineyards,* 2000, Cornell University.

LANDERS, A., et M. FAROOQ. « Factors influencing air and pesticide penetration into grapevine canopies », *Aspects of Applied Biology,* 71, 2004, p. 343–348.

MANKTELOW, D.W., et S.J. GURNSEY. « Deposit variability and prediction in fruit crops: What use are label rates anyway? » *Aspects of Applied Biology,* 71, 2004, p. 269–278.

MATTHEWS, G.A. *Pesticide application methods,* 3e édition, Blackwell Science Ltd, 2000.

MCARTNEY, S.J., et J.D. OBERMILLER. « Comparative performance of air-induction and conventional nozzles on an axial fan sprayer in medium density apple orchards », *HortTechnology,* 18(3), 2008, p. 365–371.

NUYTTENS, D., M. DE SCHAMPHELEIRE, W. STEURBAUT, K. BAETENS, P. VERBOVEN, B. NICOLA, H. RAMON et B. SONCK. « Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 1: Meteorological conditions », *Aspects of Applied Biology,* 77, 2006, p. 321–329.

PANNETON, B., B. LACASSE et M. PICHÉ. « Effect of Air-jet configuration on spray coverage in vineyards », *Biosystems Engineering,* 90 (2). 2004, p. 173–184.

PANNETON, B., B. LACASSE et R. THÉRIAULT. « Penetration of spray in apple trees as a function of airspeed, airflow, and power for tower sprayers », *Canadian Biosystems Engineering,* vol. 47, 2005, p. 2.13–2.20.

TRIMBLE, R.M. *Modified summer programme using border sprays for managing the codling moth, Cydia pomonella (L.) and the apple maggot, Rhagoletis pomonella (Walsh) in Ontario apple orchards,* 1995, Agriculture et Agroalimentaire Canada, abrégé publié.

WITT, J.M. *Agricultural spray adjuvants,* c. 2000, Oregon State University.

WOLF, T. *Pesticide application and choosing the right nozzles – FAQ,* 2009, fiche technique du ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan.

NOTES PERSONNELLES

Centre d'information agricole :
1 877 424-1300
Courriel : ag.info.omafra@ontario.ca
Bureau régional du Nord de l'Ontario :
1 800 461-6132

www.ontario.ca/maaaro

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 09-039)

PROTÉGEZ L'ENVIRONNEMENT
Ontario

★09-040★